

АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ МЕТОДОЛОГИИ МЕТРОЛОГИЧЕСКОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ ИНФОРМАЦИОННЫХ ГЕОДЕЗИЧЕСКИХ КОМПЛЕКСОВ

д.т.н., проф. А.М. Крюков, С.А. Тышко

В статье проводится анализ основных проблем в области методологии синтеза систем метрологического обслуживания информационных геодезических комплексов, рассматриваются возможные пути их решения.

Постановка проблемы. При решении ряда важных задач в военном деле, строительстве и эксплуатации транспортных магистралей, при обеспечении движения воздушных судов, при выполнении геодезических и геологоразведочных работ, в других отраслях народного хозяйства важная роль отводится специальным автоматизированным мобильным комплексам технических средств, обеспечивающих определение широты, долготы и высоты заданного пункта на местности, а также угла азимутальной ориентации некоторой физической или виртуальной оси, связанной с определенным объектом. В технической и научной литературе такие комплексы технических средств получили название систем подготовки геодезических данных или информационных геодезических комплексов (ИГК) [1, 2].

Повышение качественных показателей ИГК в значительной мере зависит от полноты и своевременности их метрологического обслуживания, которое должно осуществляться на основе применения научно обоснованной совокупности мероприятий и средств измерительного контроля параметров, объединенных в систему метрологического обслуживания (СМОб) ИГК. Таким образом, разработка методологических основ синтеза СМОб ИГК является актуальной научной проблемой.

Анализ литературы. Основной вклад в создание теоретических и прикладных основ синтеза СМОб внесли отечественные и зарубежные исследователи Крещук В.В., Ефимов А.В., Генек А.А., Лукьянов Д.П., Иванов В.А. и другие [2 – 5]. Однако в известных работах не в полной мере учтены особенности построения и применения ИГК и средств измерительного контроля (СИК), что ограничивает возможность непосредственного применения описанных в литературе результатов при синтезе СМОб ИГК. Работы, в которых было бы получено комплексное решение научной задачи синтеза СМОб ИГК, в настоящее время отсутствуют.

Цель статьи. Целью статьи является определение направлений и

задач исследований в области синтеза СМОб ИГК.

Основная часть. Круг проблем, связанных с синтезом СМОб ИГК, может быть условно разделен на две составляющие. Первая составляющая представляет собой совокупность проблем разработки комплекса организационных мероприятий, а вторая составляющая связана с обоснованием комплекса технических средств измерительного контроля параметров ИГК. При решении задачи синтеза СМОб ИГК необходимо учитывать специфические особенности объекта метрологического обслуживания, не свойственные другим комплексам технических средств. Основными из таких особенностей ИГК являются:

- варьирование перечня задействованных технических средств ИГК в зависимости от устойчивости работы аппаратуры потребителя спутниковой навигационной системы и степени подготовки местности в топогеодезическом отношении;
- возможность применения некоторых технических средства ИГК в нескольких возможных режимах определения геодезических данных;
- наличие специфических режимов функционирования ИГК, оказывающих влияние на характеристики ее СМОб;
- применение в ИГК косвенных методов измерений для определения геодезических данных.

Одной из важнейших задач при разработке комплекса организационных мероприятий является обоснование перечня параметров, характеризующих техническое состояние ИГК. Такая задача может быть решена на основе математического моделирования погрешностей определения геодезических данных исходя из условия нахождения ИГК в исправном состоянии [6]:

$$\sigma = \sigma_{A_{\Pi}^{АП}} \cap \sigma_{A_{\Pi}^{под}} \cap \sigma_{A_{\Pi}^{ав}} \cap \sigma_{АП} \cap \sigma_{ав}, \quad (1)$$

где $\sigma_{АП}$, $\sigma_{ав}$, $\sigma_{A_{\Pi}^{АП}}$, $\sigma_{A_{\Pi}^{под}}$, $\sigma_{A_{\Pi}^{ав}}$ – совокупность среднеквадратических значений погрешностей определения геодезических данных, которые не превышают заданных пределов в различных режимах работы ИГК.

Аналитические соотношения для определения составляющих, которые входят в выражение (1), могут быть получены с использованием математического аппарата алгебры логики, теории дифференциального исчисления, методов определения погрешностей косвенных измерений.

Задача определения совокупности контролируемых параметров может решаться исходя из условия обеспечения их минимального количества при максимально полном охвате контролем исходных физических величин во всех режимах работы ИГК. При использовании такого подхода необходимо осуществить формирование матрицы зависимостей погрешности определения геодезических данных от исходных физических величин, определяемых подкомплексами ИГК.

Одной из основных характеристик ИГК, как объекта МОб, является

периодичность контроля параметров, определяемая и корректируемая на основании аналитического соотношения для коэффициента готовности ИГК. Решение задачи определения периодичности контроля технического состояния ИГК с учетом специфики режимов эксплуатации и надежных характеристик технических средств может быть получено на основе разработки математической модели эксплуатации ИГК в виде графа и его последующего анализа с использованием аппарата полумарковских процессов. Это даст возможность определить коэффициент готовности технических средств ИГК в виде соотношения

$$K_r = \frac{\sum_{i=1}^K \mu_i \pi_i}{\sum_{i=1}^M \mu_i \pi_i},$$

где μ_i – среднее время нахождения технического средства ИГК в i -м состоянии, π_i – марковская вероятность перехода технического средства ИГК в i -м состоянии, K – количество состояний, в которых ИГК эксплуатируется, M – общее количество состояний ИГК при его эксплуатации.

Важной проблемой, связанной с обоснованием комплекса технических мероприятий и средств измерительного контроля параметров ИГК, является разработка способов проведения измерительного контроля параметров ИГК и требований к техническим характеристикам СИК. При этом важно в основу моделирования процесса измерительного контроля положить решения, позволяющие реализовать комплексы СИК не только в стационарном, но и мобильном вариантах. Математические модели подсистем измерительного контроля параметров должны быть представлены в виде совокупности схем контроля, а также аналитических соотношений для определения эталонных значений и допустимых погрешностей их задания, выражений для определения технических характеристик СИК.

Одной из важных задач при разработке СМОБ является оценка эффективности ее применения. В качестве показателей эффективности для СМОБ ИГК наиболее целесообразно применять такие частные показатели, как информативность (достоверность контроля), оперативность (относительная продолжительность цикла контроля) и экономичность (относительные суммарные затраты на создание и эксплуатацию СМОБ).

Синтез показателя информативности может быть осуществлен на основе разработки графа процесса контроля параметров и применения теории массового обслуживания. Такой подход позволит получить выражение для достоверности измерительного контроля в виде

$$D = \frac{\prod_{m=1}^M P_{i_m j_m}}{\sum_{n=1}^N \prod_{m_n=1}^{M_n} P_{i_{m_n} j_{m_n}}},$$

где $P_{i_m j_m}$, $P_{i_{m_n} j_{m_n}}$ – условные вероятности перехода технических средств ИГК между состояниями; M, N, m, n – параметры графа процесса контроля.

Применение такого подхода позволяет максимально упростить как собственно процедуру синтеза выражения для показателя информативности (выражение может составляться на основе анализа графа), так и последующую его числовую оценку.

Для синтеза показателя оперативности следует учитывать специфические для СИК ИГК режимы, что должно найти отражение и при разработке графа процесса эксплуатации СИК. Наиболее целесообразно синтезировать показатель оперативности в виде коэффициента технического использования, поскольку в этом случае наиболее полно учитывается влияние на процесс эксплуатации ИГК специфики способов проведения измерительного контроля параметров и эксплуатационных характеристик СИК.

Выводы. Результаты исследований в рассмотренных направлениях могут составить основу для синтеза СМОБ ИГК и применяться при обосновании требований к ее структуре, при оценке эффективности, а также при проведении метрологической экспертизы.

ЛИТЕРАТУРА

1. Ефимов А.В. Прицеливание баллистических ракет. – М.: Воениздат, 1986. – 235 с.
2. Суриков Б.Т. Боевое применение ракет сухопутных войск. – М.: Воениздат, 1979. – 195 с.
3. Генеке А.А., Побединский Г.Г. Глобальная спутниковая система определения местоположения GPS и ее применение в геодезии. – М.: Картогеоцентр – Геодезиздат, 1999. – 272 с.
4. Инерциальные навигационные системы морских объектов / Под ред. Д.П. Лукьянова – Л.: Судостроение, 1989. – 184 с.
5. Иванов В.А. Метрологическое обеспечение гидроприборов. – Л.: Судостроение, 1983. – 180 с.
6. Крюков А.М., Тышко С.А. Методика определения перечня контролируемых параметров системы подготовки геодезических данных // Системы обработки информации. – Х.: ХВУ. – 2004. – № 2. – С. 238 – 242.

Поступила 13.09.2004

КРЮКОВ Александр Михайлович, доктор техн. наук, доцент, профессор кафедры Харьковского университета Воздушных Сил. Окончил в 1986 году ХВВКИУ РВ. Область научных интересов – измерение геометрических величин.

ТЫШКО Сергей Александрович, адъюнкт кафедры Харьковского университета Воздушных Сил. В 1992 году окончил ХВВКИУРВ. Область научных интересов – метрологическое обслуживание измерительных систем специального назначения.